

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-051483

(43)Date of publication of application : 18.02.1997

(51)Int.Cl.

H04N 5/335  
// G02B 26/08

(21)Application number : 08-008628

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 22.01.1996

(72)Inventor : OKADA HIDEO  
NISHIKAWA MASAYUKI  
OKUDA TORU

(30)Priority

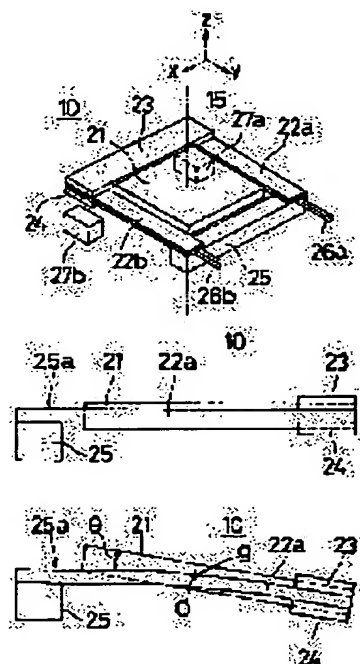
Priority number : 07132273 Priority date : 30.05.1995 Priority country : JP

## (54) IMAGE FORMING MECHANISM AND IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the effect on resolution by an image shift operation by making an actuator of the image shift mechanism small to attain a high speed operation of the actuator.

**SOLUTION:** A couple of bimorph piezoelectric elements 22a, 22b are arranged at both sides of a bending plate 21 of an image shift mechanism 10. The bimorph piezoelectric elements 22a, 22b have cantilever structure, their base end is fixed to a stage 25 and their free end is inserted between an upper support plate 23 and a lower support plate 24 to support one end of the bending plate 21. When the bimorph piezoelectric elements 22a, 22b are displaced, the bending plate 21 is tilted around a turning center O. In the specifications of the bending plate 21 and the bimorph piezoelectric elements 22a, 22b, the relation between a moment of inertia  $I_c$  of the image shift mechanism around the turning center of a moving part and a moment of inertia  $I_g$  around the gravity center is selected to be  $I_c/I_g \leq 1.6$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3471156

[Date of registration]

12.09.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-51483

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 5/335

H 0 4 N 5/335

V

// G 0 2 B 26/08

G 0 2 B 26/08

E

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平8-8628

(22) 出願日 平成8年(1996)1月22日

(31) 優先権主張番号 特願平7-132273

(32) 優先日 平7(1995)5月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 岡田 英生

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 西川 昌之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 奥田 徹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

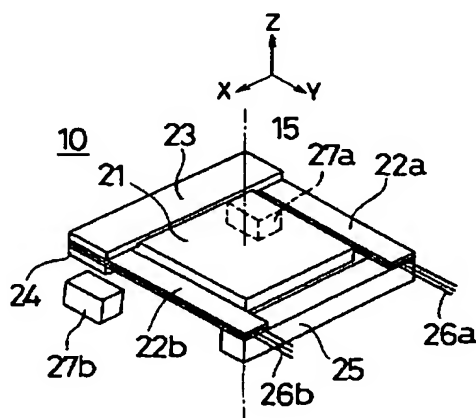
(74) 代理人 弁理士 西教 圭一郎

(54) 【発明の名称】 イメージシフト機構および撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 イメージシフト機構のアクチュエータを小型化し、アクチュエータの高速動作を可能とし、イメージシフト動作による解像度への影響を低減することを図る。

【解決手段】 イメージシフト機構10は、屈折板21の両側方に一對のバイモルフ型圧電素子22a、22bを配設する。バイモルフ型圧電素子22a、22bは片持梁構造で、基端側はステージ25に接着固定され、自由端側は上保持板23および下保持板24によって挟持され、屈折板21の一端を支持する。バイモルフ型圧電素子22a、22bを変位させると、屈折板21は回転中心Oを中心として傾斜可能である。この場合の、屈折板21と、バイモルフ型圧電素子22a、22bの仕様は、イメージシフト機構の可動部の回転中心まわりの慣性モーメントI<sub>c</sub>と重心位置まわりの慣性モーメントI<sub>g</sub>との関係がI<sub>c</sub>/I<sub>g</sub> ≤ 1.6となるように選択される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体からの光を集光する光学系と、被写体を撮像する固体撮像素子との間に介在され、平板状の屈折板を傾斜させて固体撮像素子への入射光軸をシフトさせることによって等価的な解像度を高めるイメージシフト機構において、

屈折板の両側方には、一対のバイモルフ型圧電素子を、その表面が屈折板の表面にほぼ平行となるように配設し、

この一対のバイモルフ型圧電素子の自由端側には、屈折板の一端が接合され、屈折板の他端がバイモルフ型圧電素子の固定端側に向って延びるような状態で支持され、一対のバイモルフ型圧電素子の変位によって、屈折板は屈折板内を通る仮想の回転中心を中心にして傾斜可能であることを特徴とするイメージシフト機構。

【請求項2】 前記屈折板の傾斜の中心となる回転中心がイメージシフト機構の可動部の重心位置を通るように、屈折板およびバイモルフ型圧電素子の仕様が選択されることを特徴とする請求項1記載のイメージシフト機構。

【請求項3】 前記屈折板の傾斜の中心となる回転中心まわりの慣性モーメントを $I_c$ 、イメージシフト機構の可動部の重心位置まわりの慣性モーメントを $I_g$ としたとき、

$$I_c / I_g \leq 1.6$$

の関係を満たすように屈折板およびバイモルフ型圧電素子の仕様が選択されることを特徴とする請求項1記載のイメージシフト機構。

【請求項4】 前記一対のバイモルフ型圧電素子の自由端と前記屈折板の一端とは、屈折板の両表面から一対の保持板で挟持されることを特徴とする請求項1、2または3記載のイメージシフト機構。

【請求項5】 前記一対のバイモルフ型圧電素子は、コの字状の中間電極の一対の平行部にそれぞれ構成され、前記屈折板は、前記中間電極における前記一対の平行部を結合する結合部に接合されることを特徴とする請求項1、2または3記載のイメージシフト機構。

【請求項6】 被写体からの光を集光する光学系と、被写体を撮像する固体撮像素子との間に介在され、平板状の屈折板を傾斜させて固体撮像素子への入射光軸をシフトさせることによって等価的な解像度を高めるイメージシフト機構を備える撮像装置において、

屈折板の両側方には、一対のバイモルフ型圧電素子を、その表面が屈折板の表面にほぼ平行となるように配設し、

この一対のバイモルフ型圧電素子の自由端側には、屈折板の一端が接合され、屈折板の他端がバイモルフ型圧電素子の固定端側に向って延びるような状態で支持され、一対のバイモルフ型圧電素子の変位によって、屈折板は屈折板内を通る仮想の回転中心を中心にして傾斜可能で

あり、

前記一対のバイモルフ型圧電素子を駆動する駆動手段と、

前記屈折板の傾斜角度を検出する検出手段と、

前記検出手段の出力と予め定める目標値とを比較し、その誤差量を出力する比較手段と、

前記比較手段の出力にตอบสนองして、前記駆動手段の出力を制御する制御手段とを含み、

10 前記屈折板の傾斜角度が前記予め定める目標値となるように、前記一対のバイモルフ型圧電素子を駆動することを特徴とする撮像装置。

【請求項7】 被写体からの光を集光する光学系と、被写体を撮像する固体撮像素子との間に介在され、平板状の屈折板を傾斜させて固体撮像素子への入射光軸をシフトさせることによって等価的な解像度を高めるイメージシフト機構を備える撮像装置において、

屈折板の両側方には、一対のバイモルフ型圧電素子を、その表面が屈折板の表面にほぼ平行となるように配設し、

20 この一対のバイモルフ型圧電素子の自由端側には、屈折板の一端が接合され、屈折板の他端がバイモルフ型圧電素子の固定端側に向って延びるような状態で支持され、一対のバイモルフ型圧電素子の変位によって、屈折板は屈折板内を通る仮想の回転中心を中心にして傾斜可能であり、

前記一対のバイモルフ型圧電素子をそれぞれ駆動する一対の駆動手段と、

少なくともいずれか一方の駆動手段に付加されるゲイン調整手段とを含み、

30 ゲイン調整手段を制御してバイモルフ型圧電素子の個体差を補正することによって、屈折板の傾斜方向の調整が可能であることを特徴とする撮像装置。

【請求項8】 前記屈折板の傾斜角度を検出する検出手段と、

前記検出手段の出力と予め定める目標値とを比較し、その誤差量を出力する比較手段と、

前記比較手段の出力にตอบสนองして、前記一対の駆動手段を制御する制御手段とを含み、

40 前記屈折板の傾斜角度が予め定める目標値となるように、前記一対のバイモルフ型圧電素子を駆動することを特徴とする請求項7記載の撮像装置。

【請求項9】 前記検出手段は、前記一対のバイモルフ型圧電素子の変位量を検出して屈折板の傾斜角度を検出することを特徴とする請求項6または8記載の撮像装置。

【請求項10】 イメージシフト前の屈折板の傾斜角度のもとで得られた画像データと、イメージシフト後の傾斜角度のもとで得られた画像データとを比較して、その間に移動した画像の動きベクトルを演算し、この演算結果に基づいて屈折板の傾斜量の補正を行う画像処理回路

を備えることを特徴とする請求項6、7、8または9記載の撮像装置。

【請求項11】 温度検出素子を備え、温度検出素子の検出結果に応じて検出手段の出力値を補正する補正手段を含むことを特徴とする請求項6または8記載の撮像装置。

【請求項12】 前記温度検出素子は、前記検出手段と同一の検出特性をもつ第2の検出手段であり、前記イメージシフト機構の可動部の変位に影響しない位置に配置されることを特徴とする請求項11記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像素子に入\*

$$\Delta = t \cdot \sin \theta (1 - 1/n)$$

ここで $t$ は屈折板1の厚さ、 $n$ は屈折板1を構成する材料の屈折率をそれぞれ示す。一般に、固体撮像素子の解像度は、基本的にはその受光面に形成される画素数でほぼ決定される。高い解像度を得るためには、固体撮像素子の画素数を増加させればよいけれども、画素数を多くすることに対して、現状では、技術的、コスト的にある程度までの限界がある。そこで、図16に示すようなイメージシフト機構を用いれば、限られた画素数の固体撮像素子を用いて、比較的高い解像度の画像を得ることができる。イメージシフトを用いて解像度を高める典型的な先行技術は、たとえば特開昭60-54576に開示されている。この先行技術では、屈折板1の傾斜角度を変化させることによって、被写体からの入射光を固体撮像素子に対して微小距離ずつずらして入射させ、それぞれの画像を画像メモリに取り込む。このようにして得られる複数枚の画像を合成すれば、疑似的に固体撮像素子の画素数を増加させて、等価的に高い解像度を得ることができる。

【0004】図17は、たとえば特開昭63-284980で提案されているような、上記従来技術を改良した方式の原理を示す。被写体5からの入射光は、レンズ6によって集光され、屈折板1を透過する。屈折板1は、圧電素子7によって電氣的に傾斜角度を制御することができる。屈折板1を透過した光は、固体撮像素子8の受光面に入射される。屈折板1が傾斜する方向を、固体撮像素子8の受光面で画素9が配列されている方向に対して、45度の角度をもつ方向とすることによって、固体撮像素子8への被写体5からの入射光を固体撮像素子8の画素9の配列方向に対して45度の方向に微小距離だけシフトさせる。さらに不感領域は画像処理によって補間し、固体撮像素子8の解像度を疑似的に水平方向および垂直方向ともに高めることができる。

【0005】さらに、同様に圧電素子によって屈折板を傾斜させ、固体撮像素子の解像度を疑似的に向上させる先行技術として、特開平5-276452や米国特許番号4920418がある。またイメージシフトとは異なる

\*射する被写体からの光をシフトさせて等価的な解像度を高めるイメージシフト機構と、その駆動手段を含む撮像装置との改善に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、図16に示すようなイメージシフト機構が、静止画用のスチルカメラや動画用のビデオカメラに用いるCCD（電荷結合素子）などの固体撮像素子の解像度を等価的に増加させるために用いられている。二点鎖線で示すように、平板状の屈折板1が入射光の光軸2に対して $\theta$ だけ傾斜すると、屈折板1を透過した入射光3は入射光の光軸2から次の第1式で表されるシフト量 $\Delta$ だけずれる。

【0003】

…(1)

る方式ではあるけれども、光路の変更手段としてバイモルフ型圧電素子を用いる先行技術は、特開平1-276114や特開平6-214175などに開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のような先行技術には、次のような課題がある。すなわち、特開昭60-54576、特開昭63-284980、および特開平5-276452では、屈折板を傾斜させるアクチュエータとして圧電素子を用いるように記載されているけれども、その実施例には、具体的な構成、その設計方法や駆動方法などについての説明が示されていない。これらの先行技術で説明されている内容は、解像度の向上に関する原理的な記述のみであって、具体的なアクチュエータの構成方法については開示されていない。

【0007】また特開平1-276114、特開平6-214175および米国特許番号4920418には、具体的なアクチュエータの構成についての開示もされているけれども、いずれの先行技術においても、ガラス板や光学素子やミラー等の被駆動部材に比較してアクチュエータの構造が大きくなってしまい、たとえばムービーなどとも呼ばれる携帯用のVTR装置などの用途に適用しようとする場合に必要となる小型化への障害となっている。また、屈折板の移動速度を高めることに関する具体的な説明は、いずれの先行技術においても開示されていない。イメージシフト法によって解像度の向上を図る場合に、屈折板を傾斜させて複数の画像を取り込むのに必要な時間が長くなると、手振れや被写体の移動等によって合成後の解像度が向上しなくなってしまう。したがってアクチュエータの駆動速度の高速化も必要である。

【0008】本発明は、上記課題を解決するために成されたものであって、屈折板を傾斜させるためのアクチュエータを小型化することができ、携帯用の撮像装置への用途に適用可能なイメージシフト機構の提供を目的とする。また、アクチュエータの高速化のための手法および

外部への振動除去および経時変化を考慮した高精度化の手法を施した撮像装置の提供も目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、被写体からの光を集光する光学系と、被写体を撮像する固体撮像素子との間に介在され、平板状の屈折板を傾斜させて固体撮像素子への入射光軸をシフトさせることによって等価的な解像度を高めるイメージシフト機構において、屈折板の両側方には、一対のバイモルフ型圧電素子を、その表面が屈折板の表面にほぼ平行となるように配設し、この一対のバイモルフ型圧電素子の自由端側には、屈折板の一端が接合され、屈折板の他端がバイモルフ型圧電素子の固定端側に向って延びるような状態で支持され、一対のバイモルフ型圧電素子の変位によって、屈折板は屈折板内を通る仮想の回転中心を中心にして傾斜可能であることを特徴とするイメージシフト機構である。

本発明に従えば、平板状の屈折板は、被写体からの光を集光する光学系と、被写体を撮像する固体撮像素子との間に介在され、固体撮像素子への入射光軸をシフトさせて等価的な解像度を高める動作が可能になる。屈折板の傾斜は、屈折板の両側方に、その表面が屈折板の表面にほぼ平行となるように配設される一対のバイモルフ型圧電素子を変位させることによって外部から電氣的に制御される。屈折板は、その一端が一対のバイモルフ型圧電

$$I_c / I_g \leq 1.6$$

の関係を満たすように屈折板およびバイモルフ型圧電素子の仕様が選択されることを特徴とする。

本発明に従えば、屈折板およびバイモルフ型圧電素子の仕様の選択が第2式によって決定されることにより、回転の中心と可動部の重心位置とがずれることによって起こるイメージシフト動作による振動が解像度へ影響することを少なくすることができる。また屈折板およびバイモルフ型圧電素子の仕様の選択の範囲が広がり、容易に実現することができる。

【0012】また本発明は、前記一対のバイモルフ型圧電素子の自由端と前記屈折板の一端とは、屈折板の両表面から一対の保持板で挟持されることを特徴とする。

本発明に従えば、一対のバイモルフ型圧電素子の自由端側で、屈折板の両表面側から一対の保持板で挟持して屈折板の一端が支持される。これによって、イメージシフト機構の可動部をコンパクトに構成することができる。

【0013】また本発明の一対のバイモルフ型圧電素子は、コの字状の中間電極の一対の平行部にそれぞれ構成され、前記屈折板は、前記中間電極における前記一対の平行部を結合する結合部に接合されることを特徴とする。

本発明に従えば、一対のバイモルフ型圧電素子は、コの字状の中間電極の一対の平行部にそれぞれ構成され、コの字状の中間電極における一対の平行部を結合する結合部が自由端側に構成され、屈折板がその結合部に接着剤

\* 素子の自由端側に接合され、他端がバイモルフ型圧電素子の固定端側に向って延びるような状態で支持される。圧電素子の変位するときに、屈折板内を通る仮想の回転中心を中心にして屈折板は傾斜可能であるので、傾斜される屈折板に対してバイモルフ型圧電素子も含めた形状を小型化することができ、携帯用のムービー等へも容易に搭載可能となる。

【0010】また本発明は、前記屈折板の傾斜の中心となる仮想の回転中心がイメージシフト機構の可動部の重心位置を通るように、屈折板およびバイモルフ型圧電素子の仕様が選択されることを特徴とする。

本発明に従えば、一対のバイモルフ型圧電素子によって形成されるアクチュエータの重心位置と屈折板の傾斜の中心となる仮想の回転中心とが一致するので、屈折板を変位させる駆動を行うのに必要な推力を最小限とすることができ、屈折板の高速駆動を有利に行うことができる。また屈折板の回転中心と可動部の重心位置が一致しているためにイメージシフト動作時に外部の振動を防ぐことができる。

【0011】また本発明は、屈折板の傾斜の中心となる回転中心まわりの慣性モーメントを  $I_c$ 、イメージシフト機構の可動部の重心位置まわりの慣性モーメントを  $I_g$  としたとき、

… (2)

等によって接合される。これによって、イメージシフト機構の可動部を軽量化することができる。また、本機構の製造工程の短縮および製造の低コスト化を図ることができる。

【0014】さらに本発明は、被写体からの光を集光する光学系と、被写体を撮像する固体撮像素子との間に介在され、平板状の屈折板を傾斜させて固体撮像素子への入射光軸をシフトさせることによって等価的な解像度を高めるイメージシフト機構を備える撮像装置において、屈折板の両側方には、一対のバイモルフ型圧電素子を、その表面が屈折板の表面にほぼ平行となるように配設し、この一対のバイモルフ型圧電素子の自由端側には、屈折板の一端が接合され、屈折板の他端がバイモルフ型圧電素子の固定端側に向って延びるような状態で支持され、一対のバイモルフ型圧電素子の変位によって、屈折板は屈折板内を通る仮想の回転中心を中心にして傾斜可能であり、前記一対のバイモルフ型圧電素子を駆動する駆動手段と、前記屈折板の傾斜角度を検出する検出手段と、前記検出手段の出力と予め定める目標値とを比較し、その誤差量を出力する比較手段と、前記比較手段の出力にตอบสนองして、前記駆動手段の出力を制御する制御手段とを含み、前記屈折板の傾斜角度が前記予め定める目標値となるように、前記一対のバイモルフ型圧電素子を駆動することを特徴とする撮像装置である。

本発明に従えば、一対のバイモルフ型圧電素子が両側方

に配設される屈折板を、屈折板の一端がバイモルフ型圧電素子の自由端側に接合され、他端が固定端側に向かって伸びるような状態で支持する。一对のバイモルフ型圧電素子の変位によって屈折板は屈折板内を通る仮想の回転中心を中心にして傾斜可能である。屈折板を予め定める角度に傾斜させることによって、被写体からの光を集光する光学系から被写体を撮像する固体撮像素子に入射される光軸をシフトさせることができ、等価的な解像度を高めるイメージシフトの動作が可能となる。

屈折板の傾斜角度を予め定める角度に設定するために、検出手段は屈折板の傾斜角度を検出し、比較手段は予め定めた値と検出手段によって検出された傾斜角度とを比較して誤差量を出力し、その誤差量によって制御手段が駆動手段の出力を制御して、一对のバイモルフ型圧電素子を駆動する。したがって、屈折板を予め定める角度に傾斜させることによって、被写体からの光を集光する光学系から被写体を撮像する固体撮像素子に入射される光軸をシフトさせることができるため、等価的な解像度を高めるイメージシフトの動作が可能となる。

【0015】また本発明は、被写体からの光を集光する光学系と、被写体を撮像する固体撮像素子との間に介在され、平板状の屈折板を傾斜させて固体撮像素子への入射光軸をシフトさせることによって等価的な解像度を高めるイメージシフト機構を備える撮像装置において、屈折板の両側方には、一对のバイモルフ型圧電素子を、その表面が屈折板の表面にほぼ平行となるように配設し、この一对のバイモルフ型圧電素子の自由端側には、屈折板の一端が接合され、屈折板の他端がバイモルフ型圧電素子の固定端側に向かって伸びるような状態で支持され、一对のバイモルフ型圧電素子の変位によって、屈折板は屈折板内を通る仮想の回転中心を中心にして傾斜可能であり、前記一对のバイモルフ型圧電素子をそれぞれ駆動する一对の駆動手段と、少なくともいずれか一方の駆動手段に付加されるゲイン調整手段とを含み、ゲイン調整手段を制御してバイモルフ型圧電素子の個体差を補正することによって、屈折板の傾斜方向の調整が可能であることを特徴とする撮像装置である。

本発明に従えば、一对のバイモルフ型圧電素子が両側方に配設される屈折板を、屈折板の一端がバイモルフ型圧電素子の自由端側に接合され、他端が固定端側に向かって伸びるような状態で支持する。一对のバイモルフ型圧電素子の変位によって屈折板は屈折板内を通る仮想の回転中心を中心にして傾斜可能である。屈折板を傾斜させることによって、被写体からの光を集光する光学系から被写体を撮像する固体撮像素子に入射される光軸をシフトさせることができ、等価的な解像度を高めるイメージシフトの動作が可能となる。各バイモルフ型圧電素子を駆動する駆動手段の少なくとも一方にゲイン調整手段を付加し、バイモルフ型圧電素子の個体差や特性の違いによる屈折板の傾斜方向のずれなどを補正することができる

ので、イメージシフト機構の精度の向上および安定化を図ることができる。

【0016】また本発明は、屈折板の傾斜角度を検出する検出手段と、前記検出手段の出力と予め定める目標値とを比較し、その誤差量を出力する比較手段と、前記比較手段の出力に応答して、前記一对の駆動手段を制御する制御手段とを含み、前記屈折板の傾斜角度が予め定める目標値となるように、前記一对のバイモルフ型圧電素子を駆動することを特徴とする。

10 本発明に従えば、屈折板の傾斜角度を予め定める目標値に設定するために、検出手段は屈折板の傾斜角度を検出し、比較手段は予め定めた目標値と検出手段によって検出された傾斜角度とを比較してその誤差量を出力し、その誤差量によって制御手段が一对の駆動手段を制御して、一对のバイモルフ型圧電素子を駆動する。このようにして屈折板の傾斜角度を予め定める目標値に設定することができる。

【0017】また本発明の検出手段は、前記一对のバイモルフ型圧電素子の変位量を検出して屈折板の傾斜角度を検出することを特徴とする。

20 本発明に従えば、検出手段は、屈折板の傾斜角度を検出する場合に、直接屈折板の傾斜角度を検出するのではなく、バイモルフ型圧電素子の変位量を検出することによって、屈折板の傾斜角度を検出する。したがって、検出手段を屈折板の傾斜方向上に設置する必要がないため、構成を小型化することができる。

【0018】また本発明は、イメージシフト前の屈折板の傾斜角度のもとで得られた画像データと、イメージシフト後の傾斜角度のもとで得られた画像データとを比較して、その間に移動した画像の動きベクトルを演算し、この演算結果に基づいて屈折板の傾斜量の補正を行う画像処理回路を備えることを特徴とする。

30 本発明に従えば、屈折板の傾斜量を、イメージシフト前後の画像データから得られる動きベクトルによって補正することができるので、イメージシフト機構の精度の向上や経時変化等の影響の発生防止を図ることができる。

【0019】また本発明は、温度検出素子を備え、温度検出素子の検出結果に応じて検出手段の出力値を補正する補正手段を含むことを特徴とする。

40 本発明に従えば、検出手段は、たとえばフォトインタラプタによって構成される。検出手段が設けられる撮像装置が、外部環境等によって温度変化した場合に、検出手段自体が有する温度特性によって、検出手段の出力値が変動し、適正な出力値が得られない場合が生じる。補正手段は、温度検出素子によって検出された温度変化に対応して、検出手段の出力値の変動を抑えて、適正な出力値が得られるように補正を行う。したがって、温度変化が生じて、検出手段は適正な出力値を出力するため、信頼性の高い撮像装置を実現することができる。

50 【0020】また本発明の温度検出素子は、前記検出手



段と同一の検出特性をもつ第2の検出手段であり、前記イメージシフト機構の可動部の変位に影響しない位置に配置されることを特徴とする。

本発明に従えば、温度検出素子は、検出手段と同一の検出特性を有する第2の検出手段であり、イメージシフト機構の可動部の変位によって、検出結果に影響を受けない。したがって、第2の検出手段は、撮像装置内の温度変化によって生じた検出手段の出力値の変動を正確に検出することができるため、補正手段は、容易に検出手段の出力値の補正を行うことができる。

#### 【0021】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態の概略的な構成を示す。イメージシフト機構10は、図示を省略した被写体からの光の光軸15の延長上に配置され、レンズ16を透過した後でCCDなどの固体撮像素子18の受光面に入射させる光軸15の位置をずらすために設けられる。イメージシフト機構10は、駆動回路19によって、外部の制御部からの指令に基づいて、所定の角度だけ光軸15がシフトするように電氣的に駆動する。固体撮像素子18の受光面には複数の画素が2次元的に配列され、その配列ピッチよりも微小な距離分ずつ入射光をシフトして撮像される複数の画像を、画像処理回路20によって合成すれば、等価的に高解像度の画像を得ることができる。前述の制御部は、画像処理回路20内に設けられることもある。なおイメージシフト機構10の動作原理そのものは前述の先行技術と同様であるので、詳細な説明は省略する。また画像の合成方法そのものも、先行技術と同様であるので詳細な説明を同様に省略する。

【0022】図2および図3は、図1のイメージシフト機構10の詳細な構成を示す。図2はイメージシフト機構10のアクチュエータ部分の斜視図であり、図3はアクチュエータ部分の分解斜視図である。これらの図において屈折板21は、矩形の板状であり、長手方向の両側方に一对のバイモルフ型圧電素子22a、22bを配設する。各バイモルフ型圧電素子22a、22bは片持梁構造となり、自由端側は、上保持板23および下保持板24によって挟持される。各バイモルフ型圧電素子22a、22bの固定端側は、ステージ25に接合される。屈折板21は、ガラス等の透明な素材で形成され、イナーシャを小さくするためにはできるだけ軽量とすることが望ましい。バイモルフ型圧電素子22a、22bの固定端側からは、リード線26a、26bがそれぞれ引出され、電圧を印加することによってバイモルフ型圧電素子22a、22bを光軸15と平行な方向であるz方向に変位させることができる。

【0023】上保持板23および下保持板24は、合成樹脂等の軽量な材料によって形成され、概略的に短冊状であり、長手方向の両端には肉厚部が形成されて、側面から見ると概略的に「コ」の字状となる。上保持板23

および下保持板24の肉厚部同士を対向させて、一对のバイモルフ型圧電素子22a、22bを挟持し、中間部では屈折板21を挟持するようなサンドイッチ接合構造を形成し、イメージシフト機構10をコンパクトに構成する。この上保持板23および下保持板24の長手方向をx方向とし、一对のバイモルフ型圧電素子22a、22bの長手方向をy方向とする。相互間の接合には、エポキシ系樹脂のフィルム状接着剤などを用いることができる。

10 【0024】図2に示すように、屈折板21、バイモルフ型圧電素子22a、22bおよび上下の保持板23、24はほぼ上下対称な構造となる。前述のようにバイモルフ型圧電素子22a、22bは片持梁として動作し、一端側は自由端となって上下の保持板23、24に接続される。バイモルフ型圧電素子22a、22bの自由端側は、他の部材に動きを拘束されず、自由に変位可能である。バイモルフ型圧電素子22a、22bの他端の基端側は、ステージ25に接着固定される。その他にステージ25と、ステージ25とほぼ同形状の別部材とでバイモルフ型圧電素子22a、22bを挟持し、ビスなどで固定する構造であっても良い。ステージ25は、バイモルフ型圧電素子22a、22bを支持する一方、図示を省略する撮像装置のハウジングの所定位置に固定される。ハウジング内には被写体からの全光束が屈折板21を通過するように光学系が配置され、また屈折板21の傾斜角度を求めるために、バイモルフ型圧電素子22a、22bの光軸方向の位置を検出するための検出手段である位置センサ27a、27bがそれぞれ配置される。位置センサ27a、27bは、たとえば反射型のフォトインタラプタを用いて実現され、直接的には下保持板24の変位を検出することによって、バイモルフ型圧電素子22a、22bの変位を検出する。なお、下保持板24の下面は、図示しないが位置センサ27a、27b、たとえばフォトインタラプタの光の反射が良好であるように鏡面加工が施されている。

【0025】図4は、図2および図3に示すバイモルフ型圧電素子22a、22bの断面構成を示す。バイモルフ型圧電素子22a、22bは、前述のように、一端が自由端で他端がステージ25に直接固定される基端となる片持梁構造で使用される。2層の圧電セラミック28a、28bはPZTなどの材料から成り、それぞれの表面および中間の接合面に電極29a、29b、29cがそれぞれ形成される。表面の電極29a、29cと中間の共通電極29bとからそれぞれリード線26a、26bを引出し、電圧を印加することによってバイモルフ型圧電素子22a、22bをz方向に変位させることができる。このようにして形成されるバイモルフ型圧電素子22a、22bは、接合面の強度や厚さなどによって特性に個体差が生じやすい。

50 【0026】図5を用いて、図4に示すようなバイモルフ

フ型圧電素子22a, 22bをアクチュエータとする図1のイメージシフト機構10の動作を説明する。図5(a)は静止状態、図5(b)はバイモルフ型圧電素子22a, 22bの電極に所定の電圧を印加したときの変位状態を示す。バイモルフ型圧電素子22a, 22bは、ステージ25側に固定される基端部25a, 25bを支点として自由端側まで連続的に撓んで変位した形状となる。一端がバイモルフ型圧電素子22a, 22bの自由端側に上下の保持板23, 24を介して接合される屈折板21は、 $\theta$ の角度で傾斜する。バイモルフ型圧電素子22a, 22bに印加する電圧を変化させることによって、屈折板21は屈折板内を通る中心Oを仮想の回転中心として傾斜する。このように構成されるイメージシフト機構10は、所望の傾斜および高速駆動等の特性を維持しつつ、全体として図2に示すように、屈折板21の大きさを一回り大きくした程度の大きさであるため、全体の形状を小型に構成することができる。

【0027】前述のように、屈折板21、バイモルフ型圧電素子22a, 22bおよび上下の保持板23, 24はほぼ上下対称な構造になっているので、図5に示すように、これらの可動部の重心位置gは屈折板21の回転中心Oに一致するように構成することができる。このように構成することによって、イメージシフト機構10における屈折板21の回転中心Oまわりの回転イナーシャ、すなわち慣性モーメントは最も小さくなり、屈折板21を傾斜させるのに要する推力、すなわちバイモルフ型圧電素子22a, 22bの発生力を最も小さくすることができるので、高速駆動化にとって非常に有利である。また可動部の重心位置gと回転中心Oが一致しており、屈折板21が駆動するときに重心移動が無いため、図示しない撮像装置への振動が抑えられる。このように屈折板21の回転中心Oとイメージシフト機構10の可動部の重心位置gとを一致させる方法としては、コンピュータを用いる技術開発支援(CAE)として提供されている各種ツールを利用して、イメージシフト機構10をモデル化して入力し、圧電素子22a, 22bの圧電定数を物理定数として与え、変形特性をシミュレーションすることによって屈折板21の回転中心Oの位置を求めることができる。この回転中心Oの位置とイメージシフト機構10の重心位置gとが一致するように、可動部の主要な構成要素である屈折板21およびバイモルフ型圧電素子22a, 22bの厚さ、長さおよび幅などの仕様を選択し、形状の最適化を図るようにすればよい。

【0028】図6は、実施の他の形態であるイメージシフト機構100の斜視図であり、図7は図6のイメージシフト機構100の分解斜視図である。なお、図2および図3と同一の構成には、同一の参照符を付して説明を省略する。屈折板121は、ガラス等の透明な素材で形成され、矩形の板状である。屈折板121の長手方向の両側方に、一対のバイモルフ型圧電素子122a, 12

2bが配設される。各バイモルフ型圧電素子122a, 122bは、片持梁構造となり、自由端側に、一対のバイモルフ型圧電素子122a, 122bの両方に共通であるコの字状の中間電極129bの中央部が位置する。一方、固定端はステージ25に接着剤等で接合される。その他にステージ25と、ステージ25とはほぼ同形状の別部材とでバイモルフ型圧電素子122a, 122bを挟持し、ビスなどで固定する構造であっても良い。これによって、一対のバイモルフ型圧電素子122a, 122bは長手方向に平行に構成される。バイモルフ型圧電素子122a, 122bの固定端からは、リード線26a, 26bがそれぞれ引出され、電圧を印加することによって、バイモルフ型圧電素子122a, 122bを光軸15と平行な方向であるz方向に変位させる。

【0029】コの字状の中間電極129bは、一対のバイモルフ型圧電素子122a, 122bの両方の中間電極であり、共通の電位が与えられる。そのコの字状の中間電極129bの一対の平行部にそれぞれ平板の圧電セラミック28a, 28bが上下にそれぞれ設けられ、さらにその上下に電極129a, 129cが設けられて、一対のバイモルフ型圧電素子122a, 122bが構成される。また屈折板121の長手方向の一端部には切欠部121cが形成されており、中間電極129bの中央部、すなわち中間電極129bの一対の平行部を結合する結合部に接着剤等によって接合される。

【0030】一対のバイモルフ型圧電素子122a, 122bの各自由端部に光の反射強度が一樣な矩形の反射板160a, 160bがそれぞれ設けられる。各反射板160a, 160bの長手方向一端部は、各バイモルフ型圧電素子122a, 122bの上面にそれぞれ接着剤等で接合される。各反射板160a, 160bの長手方向他端部の下面が、反射面であり、鏡面加工が施されている。また各反射板160a, 160bの下方の図示しない撮像装置のハウジングに、位置センサ27a, 27bが配置される。位置センサ27a, 27bは、バイモルフ型圧電素子122a, 122bの光軸15の方向の位置を検出するための検出手段であり、反射板160a, 160bの変位を検出することによって、バイモルフ型圧電素子122a, 122bの変位を検出する。

【0031】したがって、反射板160a, 160bを設ける構成は、バイモルフ型圧電素子122a, 122bの表面を反射板として用いる場合よりも、検出誤差を小さくすることができる。なぜなら、バイモルフ型圧電素子122a, 122bの表面は粗面であるため、照射された光が表面において拡散するなどして反射特性が不均一となり、位置センサ27a, 27bの検知する光量が、バイモルフ型圧電素子122a, 122bの位置に関係なく大きくなったり、小さくなったりするためである。これに対し反射板160a, 160bを設ける構成では、反射面が鏡面加工されているため、反射特性が均



一であり、位置センサ27a、27bの検知する光量が、バイモルフ型圧電素子の位置の変位の変化に伴って変化するためである。

【0032】また上述した構成によって、位置センサ27a、27bは、屈折板121およびバイモルフ型圧電素子122a、122bの下方に設置する必要がないため、光軸15と平行の方向であるz方向に、イメージシフト機構100の大きさを縮小することができる。

【0033】図5において説明したように、アクチュエータの重心位置gと屈折板の回転中心Oとが一致するように構成した場合に、屈折板21の回転中心Oまわりの回転イナーシャ、すなわち慣性モーメントが最も小さくなるため、屈折板21を傾斜させるために要する推力を最も小さくすることができ、屈折板21の高速駆動化が好適に行える。また屈折板21の駆動時に重心移動がないため、撮像装置への振動を抑えることができる。

【0034】一方、回転中心Oと重心位置gがずれる場合には、それぞれの位置を回転軸とする慣性モーメントに差が生じるため、屈折板21の高速駆動化を好適に行うことはできない。また屈折板21の駆動時に重心移動が起こり、撮像装置への振動が発生するため光軸が揺れ、解像度が劣化する。したがって、イメージシフト機構10において、アクチュエータの重心位置gと、屈折板21の回転中心Oとを一致するように構成することが理想的であるが、アクチュエータの主要な構成要素である屈折板21およびバイモルフ型圧電素子22a、22bの厚さ、長さおよび幅などの仕様を適切に選択し、上述のように構成することが困難な場合がある。

【0035】図8は、イメージシフト機構の可動部であるアクチュエータの重心位置gと屈折板の回転中心Oとがずれた場合の解像度への影響を測定した結果を示すグラフである。横軸は、回転中心Oまわりの慣性モーメントIcと、重心位置gを通る軸まわりの慣性モーメントIgとの比Ic/Igを示し、縦軸は解像度比を示す。解像度比とは、回転中心Oと重心位置gが一致している場合の解像度を1として、測定した任意のIc/Igでの解像度を正規化した値を示す。測定においては、市販の1/2インチ光学系用の固体撮像素子、1/3インチ光学系用の固体撮像素子、1/4インチ光学系用の固体撮像素子に応じて屈折板の大きさを変えたイメージシフト機構を試作し、実際にそのイメージシフト機構に固体撮像素子を組み込んだ試作機を作成し、イメージシフト動作をさせ、解像度チャートによる解像度の測定を行った。市販の1/2インチ光学系の固体撮像素子の1/2インチとは撮像範囲を示し、具体的には、およそ横6.4mm、縦4.8mmの撮像範囲を示す。なお、撮像範囲の数値は、製造メーカによって多少異なる。

【0036】図9は、図8に示されるグラフを測定結果とするイメージシフト機構400を含んだ試作機300の構成を示す断面図である。試作機300は、レンズ部

301と、イメージシフト機構搭載部302と、固体撮像素子搭載部303と、回路部304とを含んで構成される。試作機300内部には、光軸15と平行に、光が入射される図示されない入射孔から、レンズ部301と、イメージシフト機構搭載部302と、固体撮像素子搭載部303とが、順に直列に配設され、光学系が構成される。回路部304は、図示しないが固体撮像素子401の信号処理部や画像合成処理部やイメージシフト機構400を制御する回路等によって構成され、固体撮像素子搭載部303の光学系が設けられない側に併設される。

【0037】レンズ部301は、フジノン製VCL712BXの1/2インチ用レンズ307を含んで構成され、1/2インチ用レンズ307の中心と光軸15とが一致するように配置される。

【0038】イメージシフト機構400は、光軸15がイメージシフト機構400の屈折板を通過するように配設され、イメージシフト機構400の固定端として形成される上下のバイモルフ型圧電素子支持板308a、308bが、ビス（図示しない）によって、直径60mm、厚さ2mmの円形のイメージシフト支持板309にビス止めされる。イメージシフト支持板309は、略円環状のイメージシフト機構搭載部302に設けられる支持部330の入射孔側の表面に、複数（図面では2）の各固定部310a、310bがそれぞれビス止めされて固定される。したがって、各ビスを取り外し、イメージシフト支持板309を交換することで、異なる仕様のイメージシフト機構に交換することができる。

【0039】固体撮像素子401は、光軸15とその中心とが一致するように設けられ、固体撮像素子支持板311に接合されて支持される。固体撮像素子支持板311は、支持部330から光軸15方向に突出して設けられる固定部312の入射孔とは反対側の表面にビス止め（図示せず）される。したがって、ビスを取り外し、固体撮像素子支持板311を交換することで、1/2インチ～1/4インチまでのサイズの異なる固体撮像素子401に交換することができる。

【0040】これによって、試作機300はそれぞれの状態、すなわち1/2インチ～1/4インチ光学系用の固体撮像素子401に応じた状態で、被写体を撮像し、イメージシフト動作によって得られた複数枚の画像を画像合成処理部のメモリ上で合成し、合成された画像をモニタやプリンタに出力して、解像度の測定を行う。この場合において、イメージシフト動作が行われると、その動作によって発生する振動が、イメージシフト機構400から固体撮像素子401に伝達される。図示された矢符は、その振動の伝達経路を示す。イメージシフト機構400において発生した振動は、イメージシフト支持板309から固定部310a、310bを介して支持部330に伝達され、さらに固定部312から固体撮像素子

支持板311に伝達され、固体撮像素子401に伝達される。この振動によって、受像側である固体撮像素子自体が振動するため、撮像されて合成された画像の解像度に影響がでる。

【0041】図10は、図9に示されるイメージシフト機構400の詳細な構成を示す図である。図10(1)は、イメージシフト機構400を上方からみた平面図である。図10(2)は、図10(1)に示されるイメージシフト機構400を自由端側からみた側面図である。図10(3)は、図10(1)に示されるイメージシフト機構400を固定端側からみた側面図である。図10(4)は、図10(1)に示されるイメージシフト機構400を右側面からみた側面図である。イメージシフト機構400は、1/2インチ光学系用の固体撮像素子に対応し、 $Ic/Ig = 1.6$ と設定したものである。以下に、イメージシフト機構400の寸法および各構成部品の仕様について述べる。なお、図2および図3に示すイメージシフト機構10と同一の構成のため、イメージシフト機構400の構成の説明は省略する。

【0042】屈折板305は、構成する主な材質がガラス(BK7)であり、縦の長さが19mm(以下、長さの単位はmmであり、省略する場合がある)であり、横の長さが14であり、厚さW1が1.2である。屈折板305は上下保持板307a、307bに挟持されるため、イメージシフト機構400において実際に使用される範囲は縦の長さX1および横の長さX2が14mmである。バイモルフ型圧電素子306は、構成する主な材質が圧電定数約 $300 \times 10^{-12} \text{ m/V}$ 、比重7.8であり、縦の長さL1が28であり、横の長さL2が3であり、厚さW2が0.8である。上下保持板307a、307bは、油化電子株式会社製ハイパーサイトC1000を用い、縦の長さL3は5であり、横の長さL4は22である。また上下保持板307a、307bは側面から見ると概略的に「コ」字状であり、両端側の肉厚部の厚さW4は1.1であり、中央部の厚さW5は0.9である。上下のバイモルフ型圧電素子支持板308a、308bは、油化電子株式会社製ハイパーサイトC1000を用い、縦の長さL5は4であり、横の長さL6は30である。上のバイモルフ型圧電素子支持板308aの厚さW6は、2であり、下のバイモルフ型圧電素子支持板308bの厚さW7は1である。また上下のバイモルフ型圧電素子支持板308a、308bはイメージシフト機構400の固定端を形成するため、イメージシフト支持板309とビス止めするためのビス穴313が両端部および中央部に3つ設けられている。

【0043】上述した各構成部品で構成されるイメージシフト機構400の大きさは、縦の長さL1は28であり、横の長さL6は30であり、固定端側の厚さW8は3であり、自由端側の厚さW3は3である。

【0044】またイメージシフト機構400の $Ic/I$

$g$ の値は、バイモルフ型圧電素子306の長さ等を調整することによって、自由に変更可能である。また屈折板305の大きさは、試作機300の固体撮像素子支持板311に搭載される固体撮像素子401の大きさによって線形的に変更する。これに応じて、バイモルフ型圧電素子306やその他の部品のサイズも変更される。

【0045】解像度の測定は、市販のテレビカメラの解像度の評価用に用いられる株式会社村上色彩技術研究所製解像度チャート(A-1型)を用いて行った。この解像度チャートは、たとえば、線の間隔が異なる複数の平行な線が上から順に羅列され、その間隔は上から下に向かう程小さくなるような構成を有し、各線に対応した解像度の値が付されている。解像度の測定は、この解像度チャートを上記試作機300にて撮像し、イメージシフトさせて得られた複数枚の画像をメモリ上で合成し、合成後の解像度チャートの画像をモニタに再現し、測定者がその画像を観察して行われる。測定者は、撮像後の画像から目視によって解像度の読みを確認して解像度の測定を行う。すなわち、測定者は、モニタに再現された複数の平行線からなる画像を観察し、2本の平行線の隙間を確認できなくなる前の2本の平行線に付された解像度の値を測定結果とする。

【0046】図8に示されるように、 $Ic/Ig$ の値が1.6までは解像度にほとんど影響を与えていない。 $Ic/Ig$ の値が1.6を超えたあたりから急激に解像度が劣化している。

【0047】これは、屈折板を駆動させても光学系自体の質量が大きいため、 $Ic/Ig$ の値が1.6までは振動の大きさが微小であり、光軸の揺れが小さいため、解像度への影響が小さいからである。

【0048】また光学系のサイズにはあまり関係しない結果が得られた。これは同じ $Ic/Ig$ の値であっても、光学系のサイズが増加するため、屈折板を駆動する推力が大きくなるとともに、これに比例して光学系の質量も増加し、振動の大きさがほぼ一定になるためである。したがって、回転中心Oと重心位置gとが一致する構成が理想的であるが、少なくとも上記 $Ic/Ig$ の値が1.6以下になるようにアクチュエータの主要な構成要素である屈折板およびバイモルフ型圧電素子の厚さ、長さおよび幅などの仕様を適切に選択して設計をすればよい。

【0049】図11は、イメージシフト機構10、100の駆動回路19についての制御系の構成を示す。イメージシフト機構10、100の屈折板21、121の傾斜角の目標値30は、図1の画像処理回路20内などの制御部から命令として与えられるイメージシフトに必要な屈折板21、121の傾斜角である。比較回路31は、目標値130と、位置センサ27aによって検出されるバイモルフ型圧電素子22a、22b;122a、122bの位置に対するイメージシフトの屈折板21、

121の傾斜角度とを比較して、差信号を出力する。その差信号は、増幅回路32に与えられる。増幅回路32は、サーボのゲインの調整、およびイメージシフト機構10、100の可動部の共振を防ぐノッチフィルタや、サーボ帯域以外をカットするローパスフィルタ（以下、LPFと称する）等を含んで構成される。増幅器32は、差信号に基づいて処理を施した信号を電圧増幅器34に出力する。電圧増幅器34は、所定の電圧値を発生させ、リード線26a、26bをそれぞれ介して、バイモルフ型圧電素子22a、22b；122a、122bを駆動させる。

【0050】位置センサ27aが検出するバイモルフ型圧電素子22a、22b；122a、122bの変位に基づいて、傾斜角度演算回路35は、屈折板21、121の傾斜角を演算して求め、比較回路31に出力する。なお、位置センサ27aの出力に代えて、位置センサ27bの出力、または各位置センサ27a、27bの出力の平均値を用いてもよい。

【0051】図12は、イメージシフト機構10、100の他の駆動回路19aについての制御系の構成を示す。駆動回路19aの構成は、図11に示す駆動回路19の構成に類似しており、同一の構成には同一の参照符を付して、詳しい説明は省略する。イメージシフト機構10、100の屈折板21、121の傾斜角の目標値30は、図1の画像処理回路20内などの制御部からの指令として与えられるイメージシフトに必要な傾斜角である。比較回路31は、目標値30を、位置センサ27a、27bによって検出するバイモルフ型圧電素子22a、22bまたはバイモルフ型圧電素子122a、122bの位置に対応する屈折板21または121の傾斜角度と比較し、その差信号を出力する。増幅器132は、イメージシフト機構の可動部の共振を防ぐノッチ回路、サーボ帯域以外の信号をカットするLPF等から構成されている。増幅器32の出力は、バイモルフ型圧電素子22a、22bまたはバイモルフ型圧電素子122a、122bにそれぞれ対応して設けられるゲイン調整回路33a、33bに入力される。ゲイン調整回路33a、33bは、バイモルフ型圧電素子22a、22bまたはバイモルフ型圧電素子122a、122bの圧電定数の個体差に応じてゲインを調整し、個々のバイモルフ型圧電素子22a、22bまたはバイモルフ型圧電素子122a、122bの特性の違いを補正する。電圧増幅回路34a、34bは、入力信号に応じて所定の電圧値を発生させ、リード線26a、26bをそれぞれ介してバイモルフ型圧電素子22a、22bまたはバイモルフ型圧電素子122a、122bを駆動する。バイモルフ型圧電素子22a、22bまたはバイモルフ型圧電素子122a、122bの変位によって位置センサ27a、27bが検出する変位に基づいて、屈折板21の傾斜角が傾斜角度演算回路35によって演算して求められる。傾斜

角度演算回路35からの出力は、切換えスイッチ36を介して前述の比較回路31に入力され、屈折板21または121の傾斜角の目標値30と比較される。切換えスイッチ36は、通常の動作時は導通し、後述する補正動作時に遮断するように切換えられる。

【0052】切換えスイッチ36が導通している通常動作時には、前述のようなサーボループが構成され、目標値30の信号に応じて屈折板21または121が傾斜するように動作する。ところで一般的にバイモルフ型圧電素子22a、22bまたはバイモルフ型圧電素子122a、122bは個体差があり、本実施の形態のように屈折板21の両側方に一對のバイモルフ型圧電素子22a、22b；122a、122bを配置して同一の動作を必要とするような場合であっても、同一目標値に対する実際のバイモルフ型圧電素子22a、22b；122a、122bの変位は異なる場合が多い。したがって、このような特性の異なったバイモルフ型圧電素子22a、22b；122a、122bを使用する場合は、屈折板21に図2で示すようなx軸まわりの傾斜を与えようとしても、y軸まわりの傾斜も加わってしまい、正確なイメージシフト機構としての動作ができないこととなる。

【0053】このような場合の補正動作として、切換えスイッチ36を遮断し、サーボループを切断する。次に図示を省略した制御部から所定の目標値30を、実際に使用する駆動速度で変化するように与え、このときの位置センサ27a、27bの出力を、たとえばオシロスコープ等でモニタする。このときモニタされる位置センサ27a、27bの信号出力の振幅値が同じになるように、ゲイン調整回路33a、33bを調整する。以上のように補正することによって、屈折板21、121の両側方に設けられる一對のバイモルフ型圧電素子22a、22b；122a、122bの同一目標値30に対する変形量を統一することができ、屈折板21、121の傾斜方向が狂うことを防止することができる。このようにしてバイモルフ型圧電素子22a、22b；122a、122bの個体差による変形特性の違いの影響がなくなり、精度よく屈折板21、121の回転軸の方向を決めることができる。なお、ゲイン調整回路33a、33bは必ずしも両方設ける必要はなく、少なくとも1つ設ければよい。

【0054】図13は、本発明の実施のさらに他の形態の制御系の構成を示す。本実施の形態は図12の構成に類似し、対応する部分には同一の参照符を付して説明を省略する。固体撮像素子18からの出力は、図1と同様に画像処理回路20に送られて所定の画像処理が行われ、解像度を向上した画像を得る。固体撮像素子18からの出力は、目標値の補正回路37にも入力され、イメージシフト機構10、100のイメージシフト量が常に精度よく確保されるように補正される。補正回路37の

出力が目標値30となり、以下の動作は図12について説明した動作と同一である。

【0055】図14は、図13の目標値の補正回路37の詳細な電氣的構成を示す。固体撮像素子18からの信号は、アナログ／デジタル変換やガンマ補正等の信号処理を行う前処理回路40に入力される。前処理回路40によって信号処理が行われた出力は、イメージシフト前の画像データを記憶する画像メモリ41aとイメージシフト後の画像データを記憶する画像メモリ42bにそれぞれ保持される。動きベクトル演算回路42は、画像メモリ41a、41bに保持されるイメージシフト前後の画像データ間で動きベクトルを演算し、外部の制御部から与えられる本来の目標値43から想定される動きベクトルとの比較を行う。両者間に差異がある場合、その差分から新たに補正された目標値30を得る。なお動きベクトルの演算方法としては、代表点マッチング方法やオプティカルフロー等の手法が用いられており、本実施の形態にも使用可能である。

【0056】このように目標値30は、常に画像データを基に補正されるので、イメージシフトを精度よく行うことができる。また同じ理由によって、当然ながら経時変化の発生がなく、長期間にわたって安定したイメージシフト機構10、100の動作を得ることができる。なお上述の補正は、撮像装置を使用する度に、たとえば初期動作として逐次行うようにすることもできるけれども、経時変化が少ないような場合には、所定の期間毎や手動による任意の時間毎に上記補正を行えるようにすることも可能である。

【0057】図15は、撮像装置の制御系における検出手段の電氣的構成を示す回路図である。ここでは、位置センサ27aに関して説明する。また位置センサ27bは、位置センサ27aと同一の構成であるため、説明を省略する。検出手段は、位置センサ27aと、補償回路159とを含んで構成される。位置センサ27aは、フォトインタラプタ150と、増幅回路152と、抵抗R2と、出力端子155とを含んで構成される。補償回路159は、フォトインタラプタ151と、npn型トランジスタ154と、抵抗R1、R3とを含んで構成される。

【0058】フォトインタラプタ150、151は、発光ダイオード（以下、LEDと称する）160、162と、フォトトランジスタ161、163とを含んで構成される。位置センサ27aにおいて、LED160に電流が流れることによって、LED160は可視光または赤外光を発光する。その光がバイモルフ型圧電素子22a、22bまたはバイモルフ型圧電素子122a、122bに設けられた反射板160a、160b等によって反射し、フォトトランジスタ161に与えられる。フォトトランジスタ161は、その光によって、コレクターエミッタ間が導通状態となり、その光量に応じた信号を

出力する。出力された信号は、抵抗R2が接続される反転入力端子に与えられ、増幅回路152によって反転増幅されて、出力端子155から出力される。これによって、バイモルフ型圧電素子22a、22bまたはバイモルフ型圧電素子122a、122bの変位が検出される。

【0059】フォトインタラプタは、外部の温度変化によって、出力値が変動する場合があります。フォトインタラプタ151は、温度変化によって、フォトインタラプタ150の出力値が影響を受けることを防ぐために設けられる。フォトインタラプタ151は、フォトインタラプタ150と同じ特性をもつものであり、撮像装置内のイメージシフト機構の可動部の影響を受けない位置に設置され、反射板および屈折板等の位置は検出しない。すなわち、フォトインタラプタ151は、フォトインタラプタ150が正常な出力値を出力するための温度補償回路として設けられる。

【0060】フォトインタラプタ151のLED162は、フォトインタラプタ150のLED160と直列に接続されており、さらにトランジスタ154のコレクタ端子に直列に接続され、トランジスタ154のエミッタ端子は、抵抗R3を介してグランド電位に接続されている。またフォトインタラプタ151のフォトトランジスタ163の出力は、抵抗R1が接続される反転入力端子に与えられ、増幅回路153によって反転増幅されてトランジスタ154のベース端子に与えられる。増幅回路153によって、フォトトランジスタ163の出力が反転増幅されるため、フォトトランジスタ163の出力が大きくなると、トランジスタ154のベース端子に与えられる信号は小さくなり、トランジスタ163のコレクターエミッタ間を流れる電流が低減する。逆に、フォトトランジスタ163の出力が小さくなると、トランジスタ154のベース端子に与えられる信号は大きくなり、トランジスタ163のコレクターエミッタ間を流れる電流が増大する。

【0061】このため、温度変化によって、フォトトランジスタ163の出力が大きくなると、フォトインタラプタ150の出力が大きくなり、トランジスタ154には、反転増幅された出力信号が与えられるため、トランジスタ154のコレクターエミッタ間に流れる電流が低減し、それに伴って、各LED160、162に流れる電流が低く抑えられるため、各LED160、162の発光する光量が減少し、フォトインタラプタ150の出力が低下する。

【0062】一方、フォトトランジスタ163の出力が小さくなると、フォトインタラプタ150の出力が小さくなり、トランジスタ154には、反転増幅された出力信号が与えられるため、トランジスタ154のコレクターエミッタ間に流れる電流が増大し、それに伴って、各LED160、162に流れる電流が増加するため、各

10

20

30

40

50

LED160、162の発光する光量が増大し、フォトインタラプタ150の出力が増加する。

【0063】これによって、撮像装置内における温度変化によって生ずるフォトインタラプタ150の出力信号の変化を抑え、適正なレベルの検出信号を出力することができる。したがって、バイモルフ型圧電素子の位置を高精度に検出でき、装置外部の環境変化による温度変化が生じても解像度の劣化の少ない構成が実現できる。なお、本実施の形態において、フォトインタラプタを補償回路として用いて、位置センサ27aまたは27bの温度補償を行ったが、サーミスタなどの温度検出素子を用いて温度補償を行う構成にしてもよい。

【0064】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、傾斜される屈折板に対して、一対のバイモルフ型圧電素子を両側に配設し、圧電素子の自由端側から固定端側に向けて屈折板が延びるように屈折板の一端をバイモルフ型圧電素子の自由端側に接合させるので、イメージシフト機構を小型化、高速化することができ、携帯用のムービーなどにも容易に搭載して解像度の向上を図ることができ

る。

【0065】また本発明によれば、一対のバイモルフ型圧電素子によって構成されるアクチュエータの重心位置を屈折板の傾斜の仮想の回転中心が通るように選択することによって、駆動に要する推力を最小限にすることができ、屈折板の高速駆動を有利に行うことができる。屈折板が高速駆動されれば、短時間に複数の画像を撮像することができ、手振れなどによる解像度の低下の影響を受けにくくすることができ、さらにイメージシフト機構の可動部の重心の移動が行われないため、高速駆動に伴って生じる外部への振動が抑えられるため、解像度の劣化を防ぐことができる。

【0066】また本発明によれば、屈折板およびバイモルフ型圧電素子の仕様の選択が第2式によって決定されることにより、回転中心と可動部の重心位置とがずれることによって起こるイメージシフト動作による外部への振動が解像度へ影響することを少なくすることができる。また、屈折板およびバイモルフ型圧電素子の仕様の選択の範囲が広がり、容易に実現することができる。

【0067】また本発明によれば、イメージシフト機構の可動部をコンパクトに構成することができる。

【0068】また本発明によれば、1つのコの字形状の中間電極に対して一対のバイモルフ型圧電素子が共通に構成され、中間電極の中央部が自由端側に配置され、屈折板がその中央部に接着剤等によって接合される。これによって、イメージシフト機構の可動部をコンパクトにすることができる。また本機構の製造工程の短縮および製造の低コスト化を図ることができる。

【0069】また本発明によれば、屈折板を予め定める角度に傾斜させることによって、被写体からの光を集光

する光学系から被写体を撮像する固体撮像素子に入射される光軸をシフトさせることができるため、等価的な解像度を高めるイメージシフトの動作が可能となる。

【0070】さらに本発明によれば、イメージシフト機構の動作時に発生する一対のバイモルフ型圧電素子間の個体差や特性の違いによる屈折板の傾斜方向のずれを補正することができ、イメージシフト機構の精度の向上や安定化を図ることができる。

【0071】また本発明によれば、検出手段は、バイモルフ型圧電素子の変位量を検出することによって、屈折板の傾斜角度を検出する。したがって、検出手段を屈折板の傾斜方向上に設置する必要がないため、構成を小型化することができる。

【0072】また本発明によれば、屈折板の傾斜量をイメージシフト前後の画像データから得られる動きベクトルによって補正することができるので、イメージシフト機構の動作精度の向上や経時変化等の影響の発生防止を図ることができる。

【0073】また本発明によれば、補償手段は、温度検出素子によって検出された温度変化に対応して、検出手段の出力値の変動を抑えて、適正な出力値が得られるように補正を行う。したがって、温度変化があった場合においても、安定性の高いイメージシフト機構を実現することができる。

【0074】また本発明によれば、温度検出素子は、検出手段と同一の検出特性を有し、イメージシフト機構の可動部の変位によって、検出結果が影響を受けない。したがって、撮像装置内の温度変化による検出手段の出力の変動のみを正確に検出することができるため、容易に検出手段の出力値を補正を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態であるイメージシフト機構を含む撮像装置の概略的な光学系統図である。

【図2】図1の実施の形態に用いるイメージシフト機構10の斜視図である。

【図3】図2のイメージシフト機構10の分解斜視図である。

【図4】図2のバイモルフ型圧電素子22a、22bの側断面図である。

【図5】図2のイメージシフト機構10の動作状態を示す簡略化した側面図である。

【図6】本発明の実施の他の形態であるイメージシフト機構100の斜視図である。

【図7】図6のイメージシフト機構100の分解斜視図である。

【図8】イメージシフト機構の可動部であるアクチュエータの重心位置gと屈折板の回転中心Oとがずれた場合の解像度への影響を測定した結果を示すグラフである。

【図9】図8に示されるグラフを測定結果とするイメージシフト機構400を含んだ試作機300の構成を示す

10

20

30

40

50

断面図である。

【図10】図9に示されるイメージシフト機構400の詳細な構成を示す図である。

【図11】実施の一形態である撮像装置の駆動回路19についての制御系の構成を示すブロック線図である。

【図12】実施の他の形態である撮像装置の駆動回路19aの制御構成を示すブロック線図である。

【図13】本発明の実施のさらに他の形態である撮像装置の制御構成を示すブロック線図である。

【図14】図7の補正回路37の電気的構成を示すブロック図である。

【図15】撮像装置の制御系における検出手段である位置センサ27a、27bの電気的構成を示した図である。

【図16】イメージシフトの原理を示す簡略化した側面図である。

【図17】先行技術によるイメージシフト機構の構成を示す簡略化した斜視図である。

【符号の説明】

10、100 イメージシフト機構  
15 光軸  
16 レンズ  
18 固体撮像素子

\* 19、19a 駆動回路

20 画像処理回路

21、121 屈折板

22a、22b、122a、122b バイモルフ型圧電素子

23 上保持板

24 下保持板

25 ステージ

26a、26b リード線

27a、27b 位置センサ

28a、28b 圧電セラミック

29a、29b、29c、129a、129b、129c 電極

30 目標値

31 比較回路

33a、33b ゲイン調整回路

35 傾斜角度演算回路

36 切換えスイッチ

37 補正回路

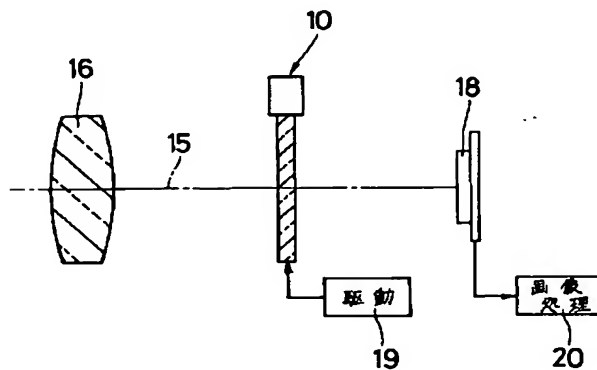
20 41a、41b 画像メモリ

42 動きベクトル演算回路

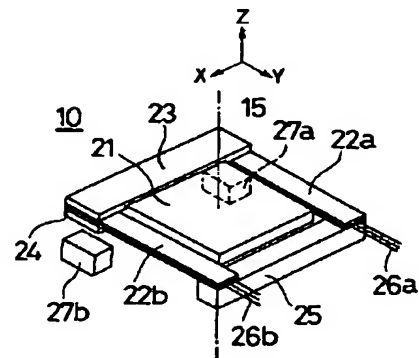
43 本来の目標値

\*

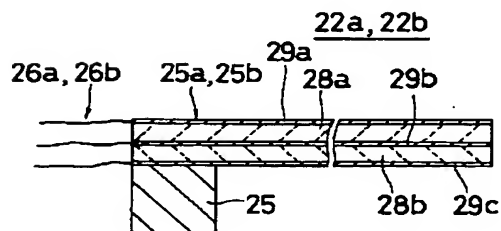
【図1】



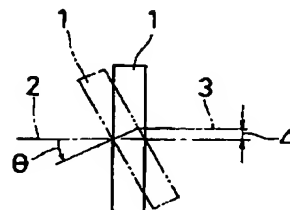
【図2】



【図4】

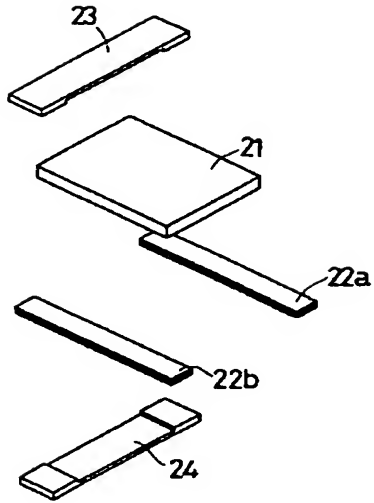


【図16】

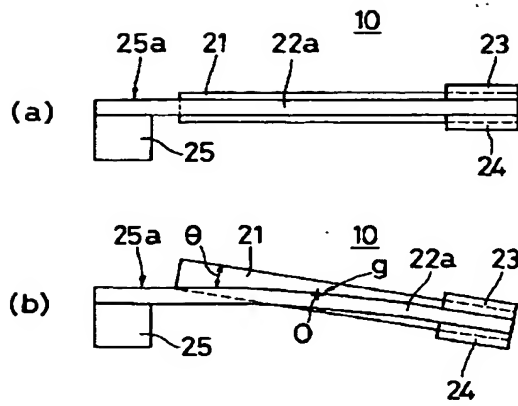




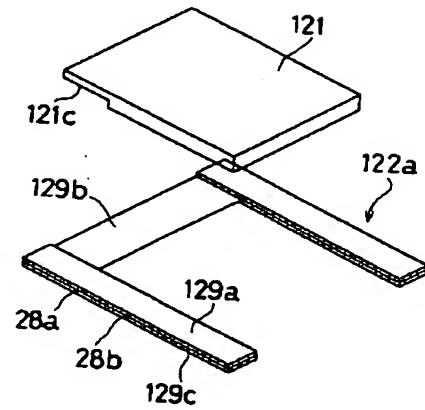
【図3】



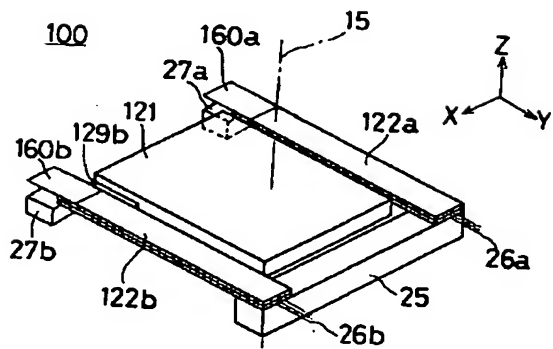
【図5】



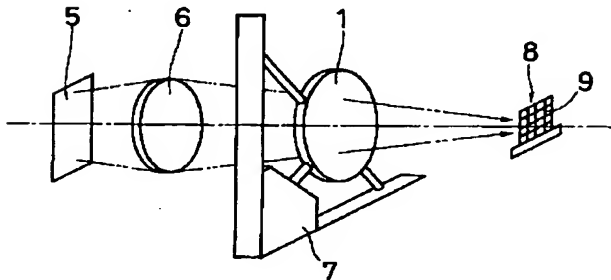
【図7】



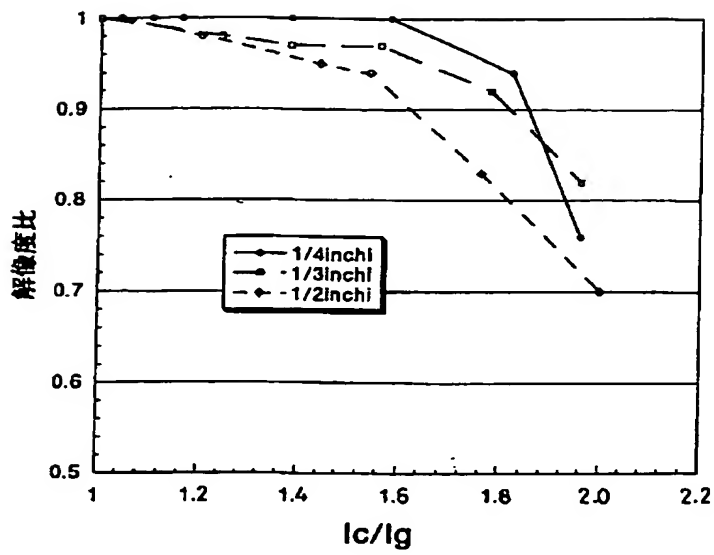
【図6】



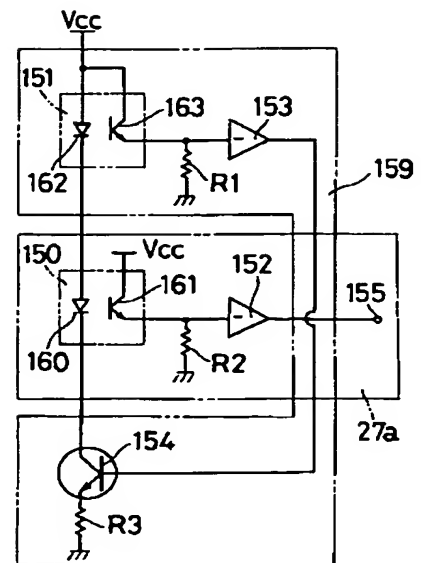
【図17】



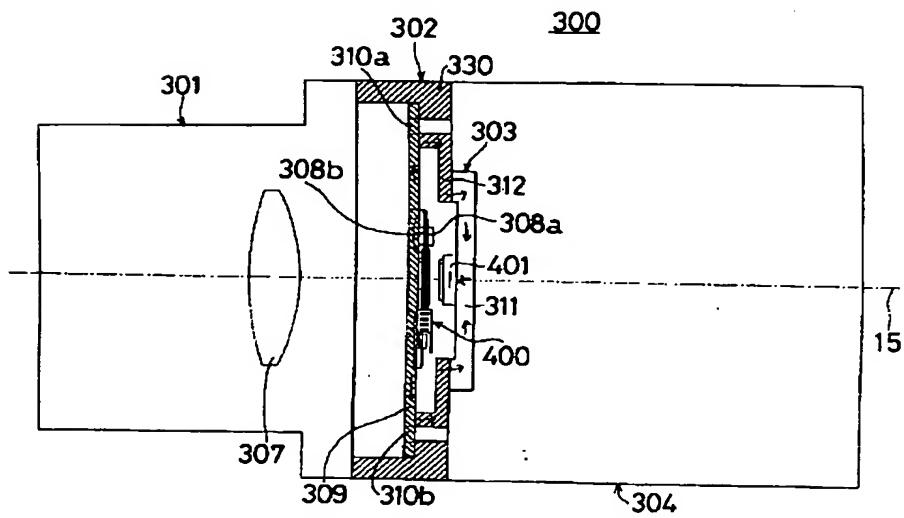
【図8】



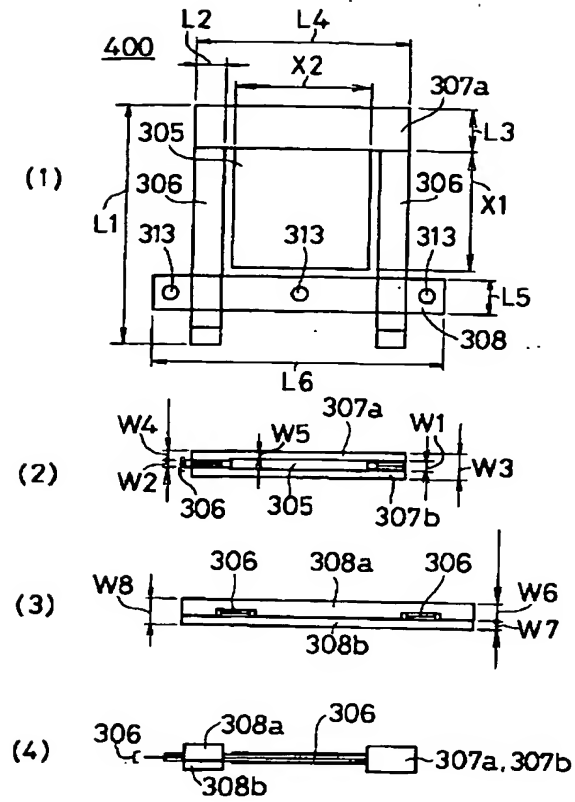
【図15】



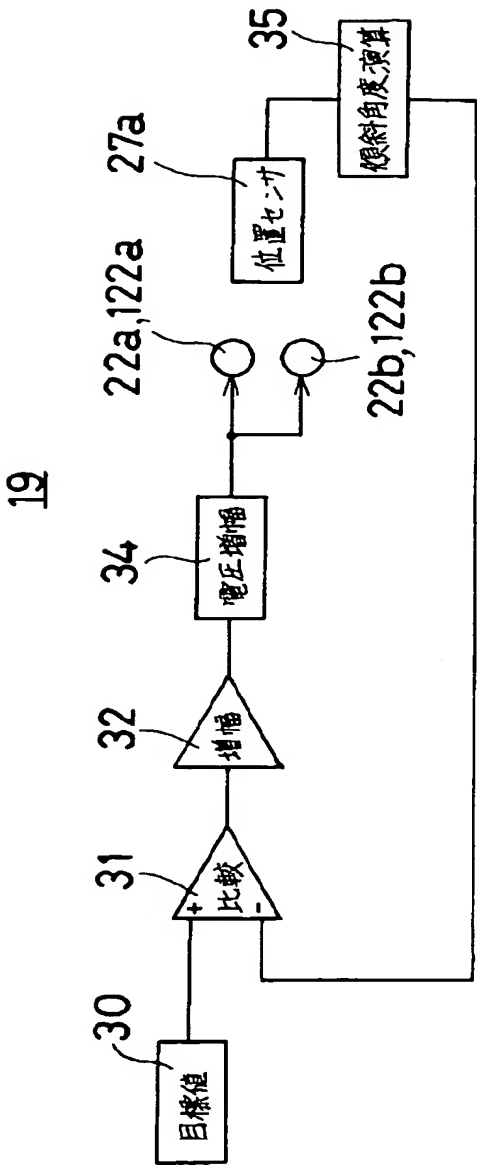
【図9】



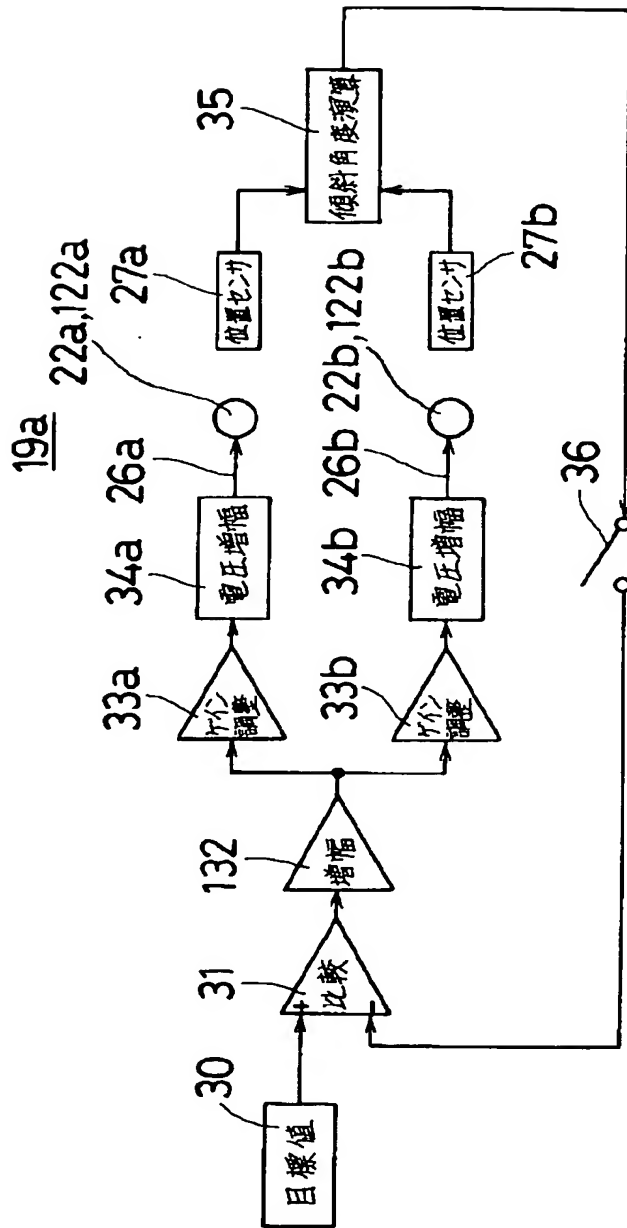
【図10】



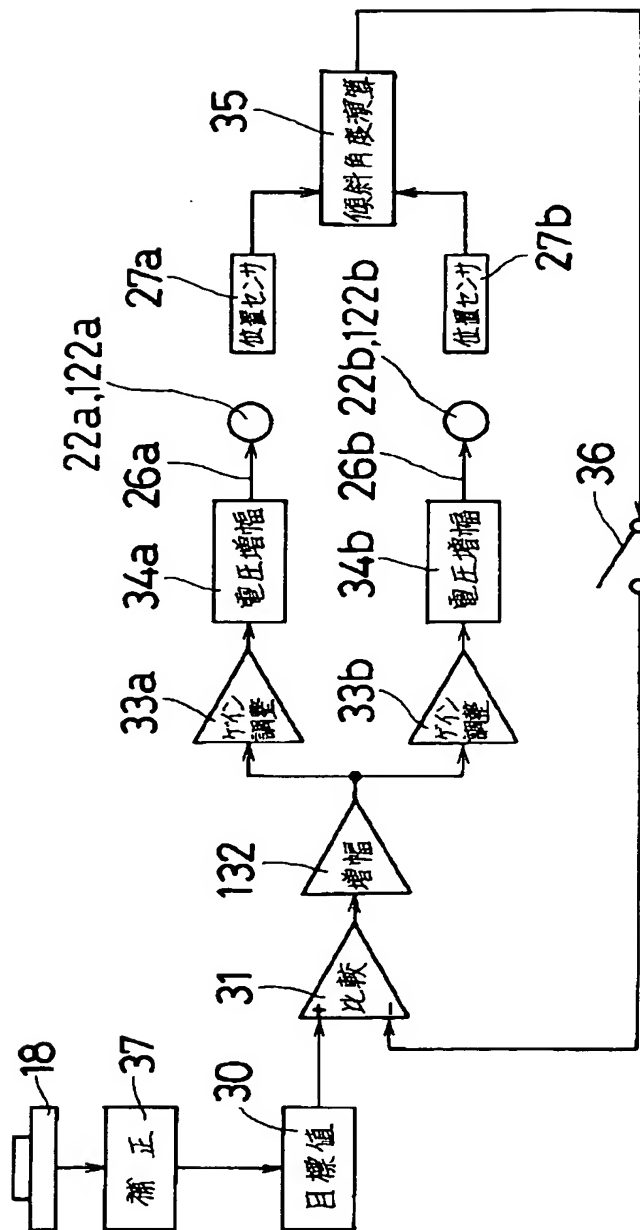
【図11】



【図12】



【図13】





【図14】

